

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-190319

(43)公開日 平成7年(1995)7月28日

(51)Int.Cl.⁶
F 23 D 14/22
F 23 C 11/00

識別記号 C
府内整理番号
ZAB
321
323

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-290250

(22)出願日 平成6年(1994)11月25日

(31)優先権主張番号 162673

(32)優先日 1993年12月6日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 594193508

ブルーム・エンジニアリング・カンパニー・インコーポレイテッド
BLOOM ENGINEERING COMPANY, INC.
アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア
15236-2822 ピッツバーグ ホーリング
グ・ロード 5460

(72)発明者 ハリー・ピー・フィンク

アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア
15241 ピッツバーグ オールド・メド
ウ・ロード 1306

(74)代理人 弁理士 北村 修

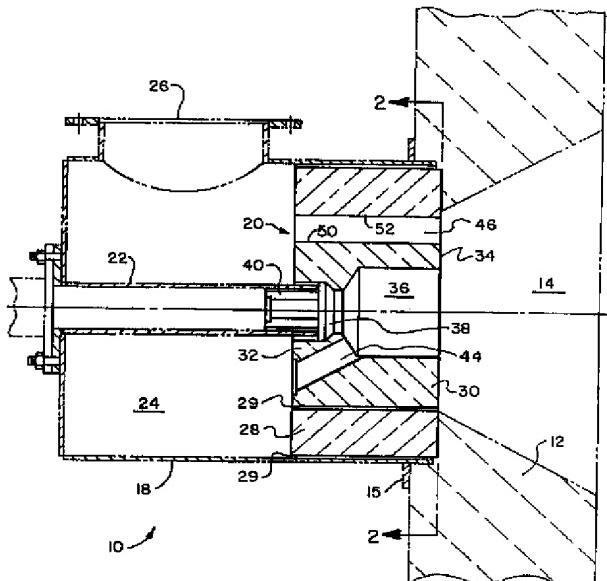
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空気多段供給式バーナ及びその燃焼方法

(57)【要約】

【構成】 本発明の空気多段供給式バーナは、炉壁12の開口14に取り付けられるバーナ本体18と、このバーナ本体の内部に配設され炉壁12と反対側の第1端面32及び炉壁側の第2端面34を有するバーナバッフル20と、第2端面34へ延びた内部バーナポート36と、燃料源につながれ第1端面32から内部バーナポート36へ延びた燃料出口部38とを備える。バーナバッフル20は、燃焼用空気源につながれ第1端面32から内部バーナポート36へ集束方向に延びた複数の一次通気路44と、燃焼用空気源につながれ第1端面32から第2端面34へ延びた複数の二次通気路46を有する。

【効果】 コンパクトな空気多段供給式バーナを炉壁の外に自己完結状態で備えることが可能となる。さらに、焼室の安定性を維持しながらも排ガスの循環を増進させ、低NO_x化を一層促進することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炉壁(12)の開口(14)に取り付けられるバーナ本体(18)と、このバーナ本体の内部に配設され前記炉壁(12)と反対側の第1端面(32)及び炉壁側の第2端面(34)を有するバーナバッフル(20)と、前記第2端面(34)へ延びた内部バーナポート(36)と、燃料源につながれ前記第1端面(32)から前記内部バーナポート(36)へ延びた燃料出口部(38)とを備え、前記バーナバッフル(20)は、燃焼用空気源につながれ前記第1端面(32)から前記内部バーナポート(36)へ集束方向に延びた複数の一次通気路(44)と、前記燃焼用空気源につながれ前記第1端面(32)から第2端面(34)へ延びた複数の二次通気路(46)を有することを特徴とする加熱炉用の空気多段供給式バーナ。

【請求項2】 前記バーナバッフルの第1端面(32)において、前記複数の一次通気路(44)と前記複数の二次通気路(46)とが同心円状に配置されると共に一次通気路(44)と二次通気路(46)とが周方向に交互に配置され、且つ、各一次通気路(44)の外縁が各二次通気路(46)の内縁(50)より径方向外方に位置する請求項1記載の空気多段供給式バーナ。

【請求項3】 前記内部バーナポート(36)が前記炉壁(12)のほぼ外側にあり、前記第2端面(34)が前記炉壁(12)に隣接し、そして前記炉壁の開口(14)が前記第2端面(34)から前記第1端面(32)へ約30度の角度で広がっている請求項1記載の空気多段供給式バーナ。

【請求項4】 前記バーナバッフル(20)が外側環状ライナ(28)と内側バッフル部材(30)とを含み、前記二次通気路(46)の外縁(52)が前記外側環状ライナ(28)の内面によって形成されている請求項1記載の空気多段供給式バーナ。

【請求項5】 前記第1端面(32)において、前記一次通気路(44)の総断面積が、前記二次通気路(46)の総断面積より小さく、一次通気路と二次通気路の総断面積の約20~40%である請求項1記載の空気多段供給式バーナ。

【請求項6】 第1端面(32)及び第2端面(34)を有する空気多段供給式バーナ用バーナバッフルであって、その内部から前記第2端面へ延びた内部バーナポート(36)と、前記第1端面(32)から前記内部バーナポート(36)へ延びた燃料出口部(38)と、前記第1端面(32)から前記内部バーナポート(36)へ集束方向に延びた複数の一次通気路(44)と、前記第1端面から前記第2端面へ延びた複数の二次通気路(46)とを備えている空気多段供給式バーナ用バーナバッフル。

【請求項7】 前記第1端面(32)において、複数の前記一次通気路(44)と前記複数の二次通気路(4

6)とが同心円状に配置されると共に前記一次通気路(44)と前記二次通気路(46)とが周方向に交互に配置され、各一次通気路(44)の外縁が各二次通気路(46)の内縁(50)より径方向外方に位置する請求項6記載のバーナバッフル。

【請求項8】 前記内部バーナポート(36)及び前記燃料出口部(38)がバーナバッフルの中心線に沿って配設され、前記二次通気路(46)は前記内部バーナポート(36)の中心軸線にほぼ平行に配設され、前記一次通気路(44)は、その中心線が前記内部バーナポート(36)内でその中心軸線と交わるように配設されている請求項7記載のバーナバッフル。

【請求項9】 燃料源と、燃焼用空気源と、炉壁の開口に取り付けられたバーナ本体と、バーナ本体内に配設され前記炉壁と反対側の第1端面及び炉壁側の第2端面を有するバーナバッフルと、前記第2端面へ延びた内部バーナポートと、前記燃料源につながれ前記第1端面から内部バーナポートへ延びた燃料出口部と、前記燃焼用空気源につながれ前記第1端面から前記内部バーナポートへ集束方向に延びた複数の一次通気路と、燃焼用空気源につながれ前記第1端面から前記第2端面へ延びた複数の二次通気路とを備えた空気多段供給式バーナの常温始動のための燃焼方法であって、前記一次通気路を通して一次燃焼用空気を供給し、前記二次通気路を通して二次燃焼用空気を供給し、常温始動の際に燃料を前記燃料出口部を通して一次燃焼用空気の速度より速い速度で供給する工程を有することを特徴とする空気多段供給式バーナの燃焼方法。

【請求項10】 燃焼用空気全体の約30%が前記一次通気路を通して供給される請求項9記載の空気多段供給式バーナの燃焼方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、空気多段供給式バーナ(air-staged burner)とその燃焼方法、特に空気多段供給式バーナ用のバーナバッフルに関する。

【0002】

【従来の技術】空気多段供給式バーナ(以下、単に「多段バーナ」ともいう)については良く知られている。アメリカ特許第4,004,875号、第4,063,870号、第4,257,763号、第4,297,093号、第4,575,332号、第4,842,509号、第5,049,066号、第5,149,261号は多段バーナの技術が開示されている文献の代表例である。

【0003】一般的に、空気多段供給式バーナの一次混合ゾーンでは、COを含む濃い燃料の還元雰囲気中でNO_xが生成される。そして、一次混合ゾーンに二次空気が到達し可燃物質と反応すると、COがNO_xを再燃させる。これで燃焼が完了する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現在の設計に

はいくつかの欠点がある。炉環境において、それまでの燃焼ゾーンバーナに比べてさらにスペースを必要とする空気多段供給は、バーナの構造をバーナ本体を超えて炉壁内まで広げることになる。このような構造では、動作条件下での炉壁の熱膨張のためにバーナの外形が変化し、多段バーナの所期の動作が損なわれる。

【0005】そこで、本発明の目的は、多段バーナ構造における上記のような従来技術の欠点を改善することにある。他の目的は、常温炉において（つまり炉の温度が自然発火温度より低いときに）、補助加熱や口火を必要とせずに、安定した炎を生成できる多段バーナと燃焼方法を提供することにある。さらに別の目的は、現存の種々の炉で使用することができるコンパクトな自己完結型の多段バーナを提供することにある。本発明の更に別の目的は、常温（つまり自然発火温度より低い）燃焼室での安定性を維持しながら、一次および二次燃焼ゾーンへの排ガスの循環を増進させることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による空気多段供給式バーナは、炉壁の開口に取り付けられるバーナ本体と、このバーナ本体内に配設され前記炉壁と反対側の第1端面及び炉壁側の第2端面を有するバーナバッフルと、前記第2端面へ延びた内部バーナポートと、燃料源につながれ前記第1端面から前記内部バーナポートへ延びた燃料出口部とを備え、前記バーナバッフルは、燃焼用空気源につながれ前記第1端面から前記内部バーナポートへ集束方向に延びた複数の一次通気路と、前記燃焼用空気源につながれ前記第1端面から第2端面へ延びた複数の二次通気路を有することを特徴とする。

【0007】また、本発明による空気多段供給式バーナの燃焼方法は、燃料源と、燃焼用空気源と、炉壁の開口に取り付けられたバーナ本体と、バーナ本体内に配設され前記炉壁と反対側の第1端面及び炉壁側の第2端面を有するバーナバッフルと、前記第2端面へ延びた内部バーナポートと、前記燃料源につながれ前記第1端面から内部バーナポートへ延びた燃料出口部と、前記燃焼用空気源につながれ前記第1端面から前記内部バーナポートへ集束方向に延びた複数の一次通気路と、燃焼用空気源につながれ前記第1端面から前記第2端面へ延びた複数の二次通気路とを備えた空気多段供給式バーナの常温始動のための燃焼方法であって、前記一次通気路を通して一次燃焼用空気を供給し、前記二次通気路を通して二次燃焼用空気を供給し、常温始動の際に燃料を前記燃料出口部を通して一次燃焼用空気の速度より速い速度で供給する工程を有することを特徴とする。本発明による空気多段供給式バーナとその燃焼方法における他の好ましい構成については後述する。

【0008】

【作用】上記のような特徴を有する本発明の空気多段供給式バーナ及びその燃焼方法によれば、燃焼用空気の一

部（例えば約30%）は複数の一次通気路を通じて内部バーナポートに流入し、残り（例えば約70%）の燃焼用空気は複数の二次通気路を通じて外部バーナポートに相当する炉壁の開口に流入する。燃料は燃料出口部を通じて内部バーナポートに流入する。

【0009】内部バーナポートでは燃料と制限された一次空気との混合による乱流が生じ、高還元性の炎が発生する。これにより、温度上昇が抑えられてNO_xの生成が抑制される。常温始動の際は燃料が一次燃焼用空気より高速で供給され、補助加熱や口火なしでも炎が内部バーナポート内で安定性を維持する。

【0010】内部バーナポートから炉壁の開口へ出る高還元性の炎は二次通気路を通じて流入する二次燃焼用空気によってさらに燃焼されるが、この際に生じる乱流により、炉から排ガスの一部が炎に引き込まれる。このようにして、炉の排ガスの内部循環により、二次燃焼においてもNO_xの生成は抑えられる。

【0011】好ましくは、バーナバッフルの第1端面において、複数の一次通気路（の開口）と複数の二次通気路（の開口）とが同心円状に配置されると共に一次通気路と二次通気路とが周方向に交互に配置される。この構成により、各一次通気路の外縁が各二次通気路の内縁より径方向外方に配置することが可能となり、よりコンパクトなバーナが実現する。

【0012】また、前記内部バーナポートが前記炉壁のほぼ外側にあり、前記第2端面が前記炉壁に隣接し、そして前記炉壁の開口が前記第2端面から第1端面へ約30度の角度でラッパ状に広がっていることが好ましい。このような構成により、排ガスの一部が炉から二次燃焼領域の炎に引き込まれるやすくなる。

【0013】バーナバッフルが外側環状ライナと内側バッフル部材とから構成し、前記二次通気路の外縁を前記外側環状ライナの内面によって形成することができる。つまり、内側バッフル部材の外周部に形成した凹部と環状ライナの内面とによって二次通気路が形成される。

【0014】前記第1端面において、前記一次通気路の総断面積が、前記二次通気路の総断面積より小さく、一次通気路と二次通気路の総断面積の約20～40%であることが好ましい。これによって前述したように、燃焼用空気の約30%が一次通気路を通じて内部バーナポートに流入し、残りの約70%が二次通気路を通じて外部バーナポートに相当する炉壁の開口に流入することになる。

【0015】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、コンパクトな空気多段供給式バーナを炉壁の外に自己完結状態で備えることが可能となり、しかも、初期始動時の常温炉状態において補助加熱や口火を必要とせずに、安定した炎を生成することができる。さらに、焼室の安定性を維持しながらも排ガスの循環を増進させ、低NO_x化を一

層促進することができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。本発明の多段空気供給式バーナ（多段バーナ）は従来のバーナや再生式バーナに使用することができる。本発明は、均熱炉のような金属用加熱炉やウォーキングビーム(walking beam)炉、横だき炉、縦だき炉のような再加熱炉に特に好適である。

【0017】図5に本発明によるバーナを模式的に示す。この図は、段階的に導入される燃焼用空気によって多段燃焼を行うバーナの要部を示すものである。再生床(regenerative bed)172を備えるバーナ170は、さらに燃料路180、燃料ノズル182（両者は共に耐火材に埋設され、又は他の手段で断熱または冷却される）、及びポート178を備えている。

【0018】再生床172を通ってバーナ170内に流入する燃焼用空気は、一次通気路174および二次通気路176によって燃料と2段階で混合する。先ず、燃料ノズル182の部位において、燃焼用空気の30～70%が一次通気路174を通って供給されることにより一次燃焼が行われる。燃焼用空気の残りの30～70%は二次通気路176を通って、ポート178で二次燃焼を行う。この多段空気供給式燃焼装置は一次燃焼ゾーンで濃燃料燃焼を行い、炎の温度を下げることによってNO_xの生成を抑制する。

【0019】この空気多段供給の構造は、高温にさらされるので適当なセラミック材を使用することが望ましい。通気孔（二次通気路）176の構成は、NO_xを最小限に抑え、炎の形および特性を制御すべく、孔の数、孔の長さ、及びスピンドル角に関して調整され得る。一次および二次通気路174、176によって空気が制限されるにもかかわらず、本発明は再生システム(regenerative system)に使用でき、また、炉での流れ方向を逆にすれば、バーナが煙道として機能し得る。排ガス混合空気(vitiated air)を適切に入口に供給することにより、NO_xをこの実施例だけで可能なレベルより更に低く抑えることができる。

【0020】図1に示すように、取付板15を用いた従来の方法で多段バーナ10が炉壁12に取り付けられる。炉壁12の開口14はバーナ10と一直線に形成され、炉室(図示せず)に連通している。この開口は一般にポートブロックとして知られている。

【0021】多段バーナ10の本体18は、前側部分に耐火性のバーナバッフル20を備えている。中央燃料ダクト22が本体18の中心軸にほぼ沿って延設され、バーナバッフル20に連結している。中央燃料ダクト22は本体18内で空気室24に囲まれ、空気室24は、燃焼用酸素及びリサイクル排ガスを供給する適当な空気源とつながれた入口26を持っている。さらに、燃料ダクト22は、適当な気体、液体または固体の燃料、又はこ

れらの組合せを供給する燃料供給源につながれている。

【0022】図2に示すように、バーナバッフル20は外側環状ライナ28と内側バッフル部材30とからなる。外側環状ライナ28と内側バッフル部材30は共に耐火材で形成され、耐火セメント29で接合され得る。外側環状ライナ28と内側バッフル部材30とを心合わせして適切に固定するためにくさび材31が使用される。また、所望の分流、流速および流れ方向を生成するために、バーナバッフル20を單一部材に限らず、複数の部材を組合せて構成してもよい。

【0023】図1に示すように、バーナバッフル20は空気室24側の第1端面32と炉壁12側の第2端面34を有する。内側バッフル部材30内に内部バーナポート36が形成され、第2端面34へ延びている。内部バーナポート36の長さ方向軸線は、バーナバッフル20の中心軸線およびバーナ本体18の中心線と実質的に一致している。燃料ダクト22に連結した燃料出口38が第1端面32から内部バーナポート36へ延びている。燃料の速度を制御するために、燃料ダクト22の燃料出口38側端部の内側にガスノズル挿入部材40が配設されている。

【0024】バーナバッフル20にパイロット孔42が設けられている。第1端面32から内部バーナポート36へ、4本の一次通気路44が集束方向、即ち互いに近寄る方向に延びている。一次通気路44は第1端面32で空気室24と連通している。また、第1端面32で空気室24と連通している4本の二次通気路46がバーナバッフル20の中心軸線と平行に第2端面34へ延び、そこで炉壁12の開口14と連通している。

【0025】漏れ面積を増すことによってバーナ内の排ガス循環を促進するために、一次通気路44と二次通気路46の横断面が非円形であることが望ましい。具体的には、図2に示すように、一次通気路44はほぼ矩形の横断面を有し、二次通気路46の横断面は扇形の一部の形をしている。二次通気路46の両側縁48はほぼ平坦で径方向の線に沿い、内縁50及び外縁52は側縁48間にわたる円弧状となっている。

【0026】図2に示すように、4本の一次通気路44と4本の二次通気路46とは交互に配置されている。この交互の配置は、第1端面32において一次通気路44の最外縁が二次通気路46の内縁50より径方向外側に位置することによる一層コンパクトな構成を提供している。ここでは一次通気路44と二次通気路46が4本ずつ設けられているが、その数は任意である。本発明の好適な実施例で、第1端面32における一次通気路44の断面積は、一次通気路44及び二次通気路46の総断面積の約20～40%、特に30%が望ましい。

【0027】二次通気路46は内部バーナポート36の長さ方向中心線に平行であることが望ましい。一次通気路44は、その中心線が、一次燃焼ゾーンを形成する内

部バーナポート36内で内部バーナポート36の中心線と交わるように配置することが望ましい。また、適切な流れパターンを生成するために、一次通気路44と二次通気路46が所定の角度をなしている。二次通気路46の外縁52は外側環状ライナ28の内面によって形成されている。この構成により、二次通気路46の箇所では耐火セメント29が不要になる。

【0028】本発明の一実施例において、バーナバッフル20は長さ(厚さ)が約346mm(13 5/8")、外径が約787mm(31")である。内側バッフル部材30の外径は508mm(20")、内部バーナポート36は直径が241mm(9 1/2")、長さが195mm(7 11/16")である。内部バーナポート36の長さと直径との比は、一次空気の量と燃料の速度とに関係する。バーナバッフル20の上記寸法は本発明の一実施例にすぎず、広範囲の具体的寸法が本発明に含まれる。

【0029】炉壁12の開口14は、バーナ本体18の中心線に対して約30度の角度で第2端面34から広がっていることが好ましく、これによって外部バーナポートを形成している。開口14を形成する炉壁12の表面は、滑らかで凹凸のないことが望ましい。炉壁開口14の広がり形状は、二次通気路46によって供給される燃焼用空気への炉からの排ガスの引き込みを増進させる。

【0030】多段バーナ10は以下のように作動する。燃焼用空気又は排ガス混合空気の約30%は4本の一次通気路44を通って内部バーナポート36に流入し、約70%は4本の二次通気路46を通って開口14(外部バーナポート)に流入する。燃料はガスノズル挿入部材40と燃料出口38を通って内部バーナポート36に流入する。

【0031】炉温度が自然発火温度より低い初期常温炉状態において、燃料は、一次通気路44及び二次通気路46を通る空気の速度より速い速度で内部バーナポート36に流入する。内部バーナポート36での燃料と一次空気との混合による衝撃と乱流は、天然ガスの可燃限界範囲外の高還元性炎を一次ゾーンに生成する。しかし、炎は内部バーナポート36内で安定し、常温炉状態でも補助加熱や点火なしで発火と安定性を維持する。

【0032】燃焼の第1段階で一次通気路44から供給される少量(30%)の空気は一次燃焼ゾーンの温度を低下させ、NO_xの生成を抑制する。内部バーナポート36から出る激しく乱れた(hightly turbulent)炎は、炉から排ガスを燃焼の第2段階にある二次通気路46の間の炎に引き込む。燃焼用空気の例えば70%を供給する二次通気路46は、炉の排ガスが炉壁に沿って二次通気路46の開口部及びその周辺へ戻って循環することを許容するように構成されている。このようにして、炉の排ガスの内部循環により、二次燃焼ゾーンでもNO_xの生成は少なくなる。

【0033】温度の上昇や空気予熱の増加に従って、本

システムの多段バーナ10内部での安定限界が拡大する。代表的な例として、初期始動条件下において空気は約20m/秒(65 feet/second)の流速で流れ、燃料は約73m/秒(240 feet/second)の流速で注入される。炉が加熱されるに伴い、空気の速度は連続運転即ち高温条件下で通常、約100m/秒(330 feet/second)まで加速される。

【0034】図3及び4は、本発明の装置及び方法による多段再生バーナ10の炉温度に対するNO_x放出を、10従来のバーナ(アメリカ特許第4,357,134号および第4,942,832号に基づいて製造された公知の低NO_xシステム)を従来の方法で作動させた場合と比較してグラフで示している。グラフは、作動中の炉の温度に伴って上昇する空気予熱で作動する再生バーナを示している。本発明の装置の空気予熱と従来装置の空気予熱とは、それぞれの炉温度について本質的には同じである。図3は燃焼用空気に排ガスが加えられていない場合、即ち、燃焼用空気が20.9%の酸素を含む場合を示し、図4は燃焼用空気に排ガスが加えられて14.8%の酸素濃度とした場合を示している。図3および4に示された結果から、炉温度の広い範囲にわたって本発明の多段バーナがNO_x放出を抑制することが明かである。尚、特許請求の範囲の項に図面との対照を便利にするために符号を記すが、該記入により本発明は添付図面の構造に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る空気多段供給式バーナを示す、図2の1-1断面図

【図2】図1の2-2線からみたバーナバッフルの正面図
30

【図3】炉温度に対するNO_x放出について本発明を従来技術と比較して示すグラフ(排ガス循環なしの場合)

【図4】炉温度に対するNO_x放出について本発明を従来技術と比較して示すグラフ(排ガス循環ありの場合)

【図5】空気多段供給に使用される本発明によるバーナの模式断面図

【符号の説明】

12 炉壁

14 開口

40 18 バーナ本体

20 バーナバッフル

28 外側環状ライナ

32 第1端面

34 第2端面

36 内部バーナポート

38 燃料出口部

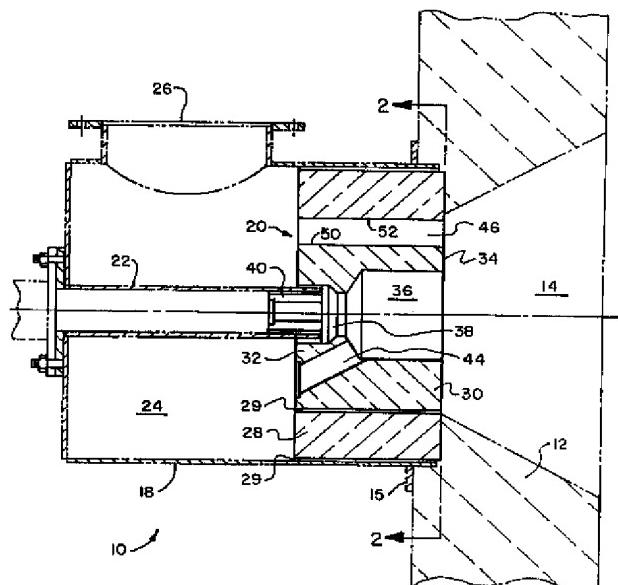
44 一次通気路

46 二次通気路

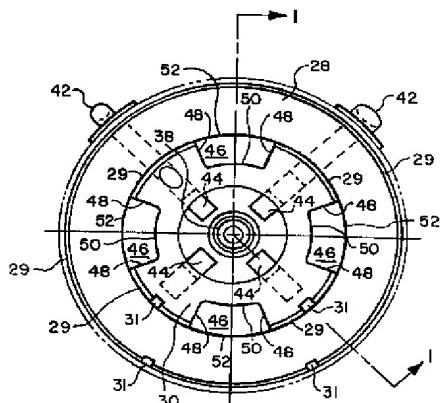
50 二次通気路の内縁

52 二次通気路の外縁

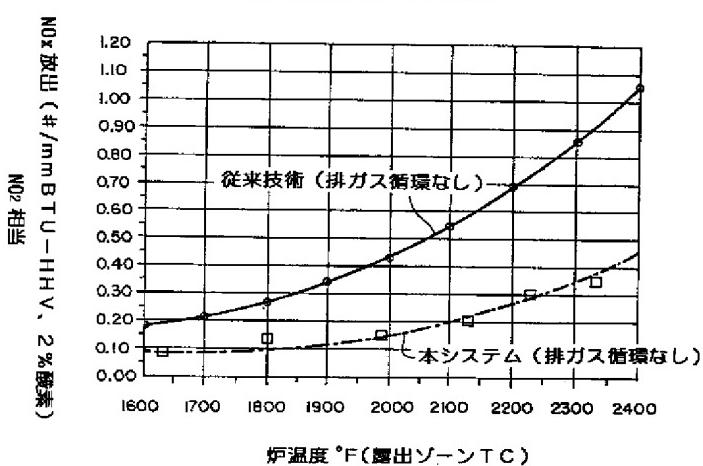
【図1】



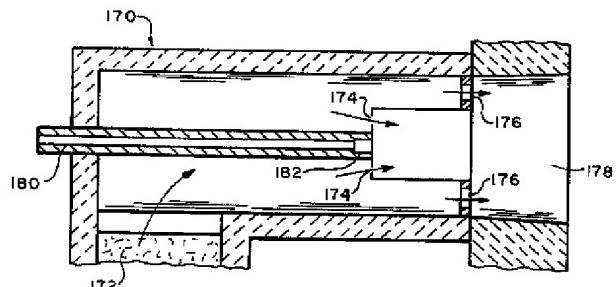
【図2】



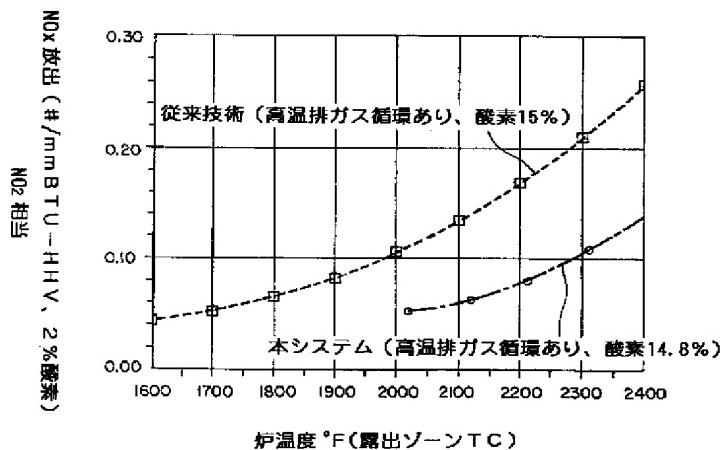
【図3】

炉温度に対する NO_x 放出

【図5】



【図4】

炉温度に対する NO_x 放出

フロントページの続き

(72)発明者 グレゴリー・ティ・キットコウ
 アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア
 15137 ノース・ヴェルサイユ ウッドラ
 ンド・ロード 411

(72)発明者 フランク・エル・バイクナー
 アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア
 15025 クレアトン ヴィレッジ・グリー
 ン・ドライブ 1120

PAT-NO: JP407190319A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07190319 A
TITLE: MULTISTAGE AIR SUPPLY TYPE
BURNER AND COMBUSTION
METHOD THEREFOR
PUBN-DATE: July 28, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FINKE, HARRY P	N/A
GREGORY, T KITSUTOKOU	N/A
FRANK, L BAIKUNAA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BLOOM ENG CO INC	N/A

APPL-NO: JP06290250

APPL-DATE: November 25, 1994

PRIORITY-DATA: 93162673 (December 6, 1993)

INT-CL (IPC): F23D014/22 , F23C011/00 , F23C011/00 , F23C011/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To form stable flame without auxiliary heating means or pilot flame by connecting a burner baffle to a combustion air source, which baffle comprises a plurality of primary passages extending in directions focusing

on an inside burner port from a first end surface thereof, and a plurality of secondary passages extending from the first end surface to a second end surface thereof.

CONSTITUTION: A main frame 18 of a multistage burner 10 comprises a fire-resistant baffle 20 at the front side thereof. The burner baffle 20 comprises pilot holes, and four primary air passages 44 extend from a first end surface 32 in focusing directions, that is, in directions approaching one another toward an inside burner port 36 to communicate with an air chamber 24 at the first end surface 32. In addition, four secondary air passages 46, which communicate with the air chamber 24 at the first end surface 32, extend in parallel with the central axis of the burner baffle 20 to a second end surface 34, where they communicate with the opening 14 of a furnace wall 12. Here, in order to promote the circulation of flue gas in the burner, it is desirable that the primary and secondary passages 44 and 46 have noncircular cross sections.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO